

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 13 NOV 2003	
WIPO	PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 49 819.9

**Anmeldetag:** 24. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** LED-Scheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung

**IPC:** F 21 V, F 21 S

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

DaimlerChrysler AG

Finkele

5

LED-Scheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung

10

Die Erfindung betrifft einen LED-Scheinwerfer, welcher eine asymmetrischer Ausleuchtungscharakteristik aufweist und ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Scheinwerfers gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 10.

15

20

25

30

Das Steuern eines Fahrzeugs im Verkehr ist eine anspruchsvolle, hoch dynamischen Aufgabe. Sie stellt erhebliche Anforderungen an visuelle Wahrnehmung, kognitive Verarbeitung und motorische Koordination des Fahrers. In der Literatur findet sich ein allgemeiner Konsens, dass etwa 90 Prozent der im Straßenverkehr relevanten Informationen durch den Sehsinn aufgenommen werden. Dementsprechend wichtig ist eine gute Ausleuchtung des Verkehrsraumes bei Dämmerung und Dunkelheit und bei Witterungssituationen, in denen das natürliche Licht nicht ausreicht. Die gegenwärtig noch gültigen ECE-Vorschriften für das asymmetrische Abblendlicht auf europäischen Straßen stellen einen Kompromiss zwischen guter Sicht und möglichst geringer Behinderung anderer Verkehrsteilnehmer dar. Ein Fahrzeugscheinwerfer ist dahingehend zu gestalten, dass er das von ihm ausgesandte Licht so formt, dass als Ergebnis der Überlagerung des austretenden Lichts eine für Fahrzeugscheinwerfer vorgeschriebene Lichtverteilung entsteht; insbesondere ist die Ausbildung einer deutlichen Hell-Dunkelgrenze und eine asymmetrische Charakteristik der Ausleuchtung zur Vermeidung der Blendung des Gegenverkehrs notwendig.

Das in US 6 144 158 A beschriebene Beleuchtungssystem erzeugt durch den Einsatz eines Feldes von Halbleiterlasern oder alternativ einer Ablenkvorrichtung für den Lichtstrahl eines einzelnen Halbleiterlasers eine Beleuchtungscharakteristik, welche über die im Straßenverkehr geforderte deutliche Hell-Dunkel-Grenze und eine asymmetrische Charakteristik verfügt. Nachteilig in Bezug auf die Möglichkeiten einer wirtschaftlich sinnvollen Realisierung wirkt sich hierbei jedoch die Verwendung einer für die Lichtbündelung notwendigen, gegenüber Erschütterungen aber wenig robusten und teuren Laserlichtquelle aus.

Ein auf Basis kostengünstiger LED-Lichtquellen realisierter Scheinwerfer ist aus der Schrift DE 100 05 795 A1 bekannt. Dabei wird ein in seiner Leuchtcharakteristik variabler Scheinwerfer, durch ein Feld von Einzelemittern mit wenigstens einer vor jedem Einzelemitter angeordneten Optik realisiert. Jede dieser Optiken kann gegenüber den Einzelementen in allen drei Raumrichtungen verschoben werden, um den jeweiligen von dem einzelnen Lichtelement ausgesandten Lichtstrahl zu beeinflussen. Auf diese Weise läßt sich eine variable Steuerung des von dem Scheinwerfer ausgesandten Strahlenbündels erreichen. Auf Grund der für die verwandten LED-Optik typische, einen großen Öffnungswinkel aufweisende, rotations-symmetrische Lichtverteilung läßt sich jedoch keine den Vorschriften des Straßenverkehrs entsprechende und eine deutliche Hell-Dunkelgrenze aufweisende Lichtverteilung schaffen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine kostengünstig zu fertigende Beleuchtungsvorrichtung zu finden, die über eine asymmetrische Beleuchtungscharakteristik verfügt, welche zugleich eine deutliche Hell-Dunkelgrenze aufweist und dabei möglichst die gesamte von der Halbleiterlichtquelle abgegebene Strahlungsleistung ausnutzt.

Die Aufgabe wird durch eine Beleuchtungsvorrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung geeignetes Verfahren mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung werden durch die untergeordneten Ansprüche aufgezeigt. Die Erfindung wird nachfolgen im Detail anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren erläutert.

10 In erfinderischer Weise wird die Beleuchtungsvorrichtung dergestalt ausgeführt, dass sie möglichst flach ausgeführt wird, so dass die Lichteintrittsöffnung der Optik eine längliche, im wesentlichen rechteckige Form aufweist. Dabei weist die Optik senkrecht zur Lichteintrittsfläche einen Zentralbereich auf, dessen Projektion in eine zweidimensionale Ebene einem zylindrischen 2-dimensionalen Kartovals entspricht. Ein Kartoval ist eine geometrische Fläche, die als Grenzfläche eines brechenden Mediums das von einem Brennpunkt ausgehende Licht auch für große Öffnungswinkel in einem zweiten Brennpunkt sammelt. Um das von der Halbleiterlichtquelle ausgehende Licht noch besser zu nutzen, wird im Rahmen der Erfindung die in Form eines Kartovals geformte Lichtaustrittsfläche der Optik, mit einem parabolischen Reflektor kombiniert.

25 Im nachfolgenden wird mittels Figuren und anhand der mathematischen Herleitung der Geometrie der erfindungsgemäßen Optik die Erfindung im Detail diskutiert. Hierbei wird ausgehend von einer vorteilhaften Verwendung der Optiken innerhalb von Scheinwerfern nur der Fall betrachtet, dass der zweite Brennpunkt, in welchem die von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen zusammentreffen, im Unendlichen liegt, d.h. das Strahlenbündel wird in ein paralleles Strahlenbündel umgewandelt. Auf diese Weise wird die mathematische Behandlung des Systems stark vereinfacht. Weitere Figuren dienen der einge-

henden Erläuterung der vorteilhaften Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

5      Figur 1 zeigt die der Brechung an der Lichtaustrittsfläche der Optik zugrunde liegende Strahlengeometrie.

Figur 2 stellt die aus der Berechnung resultierende Konturlinie eines Kartovals dar.

10      Figur 3 repräsentiert den von einer Punktquelle ausgehende Strahlengang und zeigt den aus der Geometrie der Optik resultierenden Grenzwinkel der Reflektion auf.

15      Figur 4 zeigt eine 3-dimensionale Ansicht einer erfindungsgemäßen Optik.

Figur 4a bildet die in Figur 4 gezeigte Optik als 3-dimensionales Kantenbild in vier unterschiedlichen Ansichten ab.

20      Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Optik mit der notwendigen Anpassung des parabolischen Kontur des Reflektors.

25      Figur 6 zeigt die Energieverteilung des aus der erfindungsgemäßen Optik austretenden Lichtes.

30      Figur 7 zeigt schematisch den Teil einer alternativen Ausführungsform der Optik auf Basis eines 'compound parabolic reflector'.

Figur 8 zeigt schematisch eine weitere alternative Ausführungsform der Optik (mit Blick auf die Lichteintrittsfläche), mittels welcher der von der Optik ausgehende Lichtkegel gezielt gekrümmt werden kann.

Figur 9 zeigt die Energieverteilung einer alternativen Optik entsprechend Figur 8.

- 5 Figur 10 beschreibt die Positionierung von Halbleiterlichtquellen an der erfindungsgemäßen Optik

Nachfolgend wird zur Verdeutlichung der Form eines Kartovals die mathematische Herleitung dessen Konturkurve aufgezeigt.

- 10 Figur 1 zeigt hierzu die der Berechnung zu Grunde liegende Strahlengeometrie. Dabei sind ausgehend von einer Lichtquelle 60 schematisch zwei Lichtstrahlen 20 und 21 aufgezeigt. Lichtstrahl 20 soll hierbei dasjenige Licht repräsentieren, welches senkrecht ausgehend von der Lichtquelle 60 ohne Bre-
- 15 chung an der Bewandung 10 der Optik aus deren Lichtaustrittsfläche austritt. Lichtstrahl 21 hingegen tritt unter einem Winkel  $\varphi$  aus der Halbleiterlichtquelle aus und trifft an der Innenseite der Bewandung 10 unter einem Winkel  $d\varphi$  gegen die Normale auf. Aus diesem Grunde wird der Lichtstrahl 21 gebro-
- 20 chen und tritt unter einem Winkel  $\alpha$  aus der Optik an deren Lichtaustrittsfläche aus. Da die Bewandung 10 in erfinderischer Weise die Kontur eines Kartovals aufweist, wird der Lichtstrahl 21 derart umgelenkt, dass er nach Austritt aus der Optik parallel zu dem ungebrochenen Lichtstrahl 20 ver-
- 25 läuft. Aus dieser Geometrie des in Figur 1 aufgezeigten Strahlengangs folgt die Beziehung

$$\alpha - \beta = \varphi \quad (1.1)$$

$\varphi$  ist dabei der Polarkoordinatenwinkel,  $\alpha$  der Austrittswinkel aus dem brechenden Medium und  $\beta$  der Einfallswinkel im Medium.

- 30 Nach dem Brechungsgesetz gilt:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \quad (1.2)$$

Zunächst wird in Abhängigkeit von  $\varphi$  der erforderliche Einfallswinkel  $\beta$  berechnet, um das Licht parallel gerichtet aus dem Element austreten zu lassen. Aus (1.1) und (1.2) folgt:

$$\frac{\sin(\varphi + \beta)}{\sin \beta} = n \quad (1.3)$$

5 und daraus berechnet sich die gesuchte Funktion:

$$\beta = \arctan \frac{\sin \varphi}{n - \cos \varphi} \quad (1.4)$$

Diese Funktion gibt den Einfallswinkel  $\beta$  als Funktion des Polarkoordinatenwinkels  $\varphi$  an. Im nächsten Schritt erfolgt sodann die Berechnung der Kontur. Aus der Figur 1 folgt

10 
$$\frac{dr}{d\varphi} = r \cdot \tan \beta \quad (1.5)$$

Mit Gl. (1.4) folgt hieraus die Differentialgleichung

$$\frac{dr}{r} = \frac{\sin \varphi}{n - \cos \varphi} d\varphi \quad (1.6)$$

Diese Gleichung lässt sich in einer analytischen Form durch Substitution lösen:

15 
$$\frac{r}{r_0} = \frac{n - \cos \varphi_0}{n - \cos \varphi} \quad (1.7)$$

Dies ist die gesuchte Gleichung in Polarkoordinaten der in Figur 2 dargestellten Konturlinie 11 des Kartovals.  $r_0$  ist hierbei der dem Winkel  $\varphi_0$  zugeordnete Radius, der zur Festlegung der absoluten Dimension der Kontur dient.

20 Selbstverständlich lässt sich die in Polarkoordinaten beschriebene Gleichung 1.7. auch in das kartesische Koordinatensystem transferieren, woraus sich nachfolgende Gleichung (1.8) ergibt:

$$\frac{(n+1)^2}{n^2 \cdot r_0^2} \cdot \left(x - \frac{r_0}{n+1}\right)^2 + \frac{(n+1)}{(n-1) \cdot r_0^2} \cdot y^2 = 1 \quad (1.8)$$

25

Eine Optik die eine Austrittsfläche in Form eines gemäß Gleichung 1.8. beschriebenen Kartovals ausweist, kann das Licht

einer Punktquelle jedoch nur in einem eingeschränkten Winkelbereich parallelisieren. Dieser Winkelbereich wird durch den Grenzbereich der Totalreflexion vorgegeben. In Figur 3 sind der Strahlengang der Lichtstrahlen 21a-d für eine Punktquelle 60 und der resultierende Grenzwinkel  $\varphi_g$  aufgezeigt. Durch die Kontur der Lichtaustrittsfläche der Optik in Form eines Kartovals wird erreicht, dass alle innerhalb des zweifachen des Grenzwinkels  $\varphi_g$  von der Lichtquelle 60 austretenden Lichtstrahlen 21a-d und 22 parallel aus der Optik austreten.

Der Grenzwinkel  $\varphi_g$  ist gegeben durch das Brechungsgesetz (1.2), wobei der Austrittswinkel  $\alpha=90^\circ$  ist. Damit wird

$$\sin \beta = \frac{1}{n} \text{ und der Grenzwinkel } \varphi_g = 90^\circ - \beta.$$

Für  $n=1,5$  ergibt sich somit ein Grenzwinkel von  $48,2^\circ$ . Strahlung, die außerhalb dieses Öffnungswinkels liegt, kann mit diesem Element nicht sinnvoll ausgenutzt werden. Da Halbleiterlichtquellen in der Regel in einen weitaus größeren Winkelbereich emittieren, geht mit solchen Elementen ein großer Teil des Lichts verloren. Deshalb wird zur Umgehung dieser Problematik im Rahmen der Erfindung die im wesentlichen die Form eines zweidimensionalen Kartovals aufweisende Beleuchtungsoptik mit einem parabelförmigen Reflektor kombiniert. Dieser Reflektor sollte ebenfalls die Eigenschaft aufweisen, dass von dem Brennpunkt ausgehende Licht in ein paralleles Bündel zu wandeln. Dies führt zu dem in Figur 4 dargestellten Element, mit den Seitenflächen A, B und E und der Lichteintrittsfläche F. Wie aus Figur 4 ersichtlich, ist die erfinderische Optik recht flach ausgeführt, wobei die Lichteintrittsöffnung F einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist, wobei eine Dimension des Querschnitts wesentlich kleiner ist, als die andere; wie nachfolgend anhand von Figur 10 noch erläutert, ist wird der rechteckige Querschnitt in vorteilhafter Weise so schmal ausgeführt, dass gerade noch eine Halbleiterlichtquel-



le 60 an der Optik vollflächig angebracht werden kann. Zum  
besseren Klarstellung der 3-dimensionalen Ausgestaltung der  
in Figur 4 dargestellten erfinderischen Optik ist ein 3-  
dimensionales Kantenbild dieser Optik in vier unterschiedli-  
5 chen Ansichten in Figur 4a abgebildet. Dabei heben die dorti-  
gen Abbildungen vor allem die Kanten der Optik, so wie in  
schraffierter Form die Seitenflächen A, B und 10 (Lichtaus-  
trittsöffnung) hervor.

10 In besonders vorteilhafter Weise ist es denkbar die Außenflä-  
chen A und B des parabolischen Reflektors entweder zu ver-  
spiegeln oder aber total reflektierend auszugestalten. Hier-  
durch wird eine möglichst optimale Lichtausbeute der Halblei-  
terlichtquelle erreicht, da annähernd das gesamte von der  
15 Lichtquelle ausgehende Licht in ein gemeinsames paralleles  
Strahlenbündel gewandelt wird.

Figur 5 zeigt die Projektion der Seitenfläche E der erfin-  
dungsgemäßen Optik, hierbei tritt deutlich die Kontur des  
20 kartoval geformten Zentralbereichs und des daran außen an-  
schließenden parabolischen Reflektors zum Vorschein. In idea-  
ler Weise wird nun der Reflektor so gestaltet, dass an den zu  
den Flächen C und D korrespondierenden Bereichen 40a und 40b  
der Kontur beim Lichtaustritt des Strahls 23a eine Brechung  
25 dergestalt stattfindet, dass die aus der Optik austretenden  
Strahlen 23a und 21 parallel laufen. Der Verlauf des Licht-  
strahls 23a sollte dabei durch Drehen der zu den Außenflächen  
A und B der Optik korrespondierenden Parabelkontur 41a in  
Richtung hin zu 41b beeinflusst werden. Hierzu ist die Para-  
30 belkontur 41 um den notwendigen Winkel nach innen zu drehen,  
um zu vermeiden, dass ein Lichtstrahl 23x aus der Optik aus-  
tritt, welcher nicht parallel zu dem anderen parallelen  
Strahlenbündel läuft.

Bei der erfinderischen Ausgestaltung der Optiken des Beleuchtungssystems findet die Ablenkung und Ausrichtung des Lichts vorwiegend in vertikaler Ebene statt, das heißt das Licht wird zu einem horizontal verlaufenden Streifen gebündelt. Figur 6 zeigt als Ergebnis einer Berechnung die Energieverteilung des aus der erfindungsgemäßen Optik austretenden Lichtes. Im oberen Teil der Figur ist in Falschfarbdarstellung der Intensitätsverlauf des von einer horizontal angeordneten Optik ausgehenden Lichtes aufgezeigt. Daneben und darunter ist in Kurvenform die Intensitätsverteilung in x-Richtung und z-Richtung aufgezeigt. Es wird hierdurch deutlich, dass der aus der Optik austretende Lichtstrahl in z-Richtung stark gebündelt ist. Auch in x-Richtung ist die von der Optik ausgehende Lichtintensität deutlich örtlich begrenzt. Bei der Figur 6 zu Grunde liegenden Simulation wurden davon ausgegangen, dass die Lichtquelle mittig bzgl. der Lichteintrittsfläche F der Optik angebracht ist, wie später noch detailliert erläutert, ist es jedoch auch denkbar die Lichtquelle an anderer Position an der Lichteintrittsfläche F zu installieren um hierdurch gezielt Beleuchtungscharakteristik der Optik zu beeinflussen.

In besonders vorteilhafter Weise kann die horizontale Breite des Lichtflecks dadurch beeinflusst werden, dass die Seitenflächen E der Optik dergestalt geneigt werden, dass sich die Optik von der Lichtaustrittsfläche G hin zur Lichteintrittsfläche F verjüngt. Eine entsprechende Geometrie ist in Figur 7 dargestellt, welche eine Seitenansicht aus Richtung der Seitenfläche A bzw. B zeigt. Dabei wird deutlich, dass in dieser gewinnbringenden Ausgestaltung der Erfindung die Höhenausdehnung  $F_1$  der Lichteintrittsfläche F der Optik kleiner als die Höhenausdehnung  $G_1$  deren Lichtaustrittsfläche 10 ist. Solche Elemente, insbesondere auch mit parabelförmigen Sei-

tenflächen sind aus der Solartechnik bekannt (CPC, Compound parabolic Concentrator). Es gilt die Beziehung:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{K_1}{F_1} \quad (1.8)$$

wobei  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  den jeweiligen Winkelbereich beschreiben, innerhalb dessen die Lichtstrahlen (25, 26) durch die Optik aufgenommen, beziehungsweise unter welchen diese dann aus die Optik austreten. Aus der Gleichung (1.8) ergibt sich, dass durch eine Vergrößerung der Austrittsfläche der Winkelbereich, in den das Licht emittiert wird, verkleinert wird. In besonders gewinnbringender Weise bietet es sich an auch in Strahlrichtung einen möglichst großen Akzeptanzwinkel zu schaffen, um optische Verluste zu vermeiden. Dies kann entweder durch Verspiegelung erreicht werden oder durch die entsprechende Gestaltung der Krümmung der Seitenflächen E, so dass dort Totalreflexion entsteht. In Figur 7 ist beispielhaft mit gestrichelter Linie der Krümmungsverlauf der Seitenfläche E für eine parabolische Krümmung angedeutet.

Entsprechend der oben beschriebenen und auch in Figur 5 dargestellten Vorgehensweise kann an einem solchermaßen geformten kartovalen Zentralbereich erfindungsgemäß ein geeigneter parabolisch geformter Reflektor, zur optimalen Ausnutzung der von der Lichtquelle emittierten Lichts, angepasst werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfinderischen Optik weist der Querschnitt deren Lichteintrittsfläche F abweichend von der allgemein rechteckigen Form eine Trapez-Form auf, wie in Figur 8 dargestellt. Dabei sind die Seitenflächen dieser Trapezform um die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  gegenüber der Horizontalen geneigt. Dabei ist es denkbar die beiden Neigungswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  in ihrem Betrag gleich oder aber unterschiedlich voneinander zu wählen. Entsprechend den Abbildungen in Figur 6 zeigt Figur 9 das Ergebnis einer Berech-

nung der Energieverteilung des aus der vorteilhaften Optik mit geneigten Seitenflächen austretenden Lichtes. Der Berechnung wurden die Neigungswinkel  $\alpha$  und  $\beta$  zu  $5^\circ$  bzw. zu  $7^\circ$  gewählt. Im oberen Teil der Figur ist wieder in Falschfarbdarstellung der Intensitätsverlauf des von einer im wesentlichen horizontal angeordneten Optik ausgehenden Lichtes aufgezeigt. Daneben und darunter ist in Kurvenform die Intensitätsverteilung an bestimmten Positionen in x-Richtung und z-Richtung aufgezeigt. Wie aus der Figur deutlich erkennbar ist, weist die Strahlungscharakteristik der Optik im Fernfeld, entgegen dem in Figur 6 dargestellten Fall, eine deutliche Krümmung senkrecht zur Strahlungsrichtung auf. Andererseits zeigt auch diese Strahlungscharakteristik einen deutlichen Hell/Dunkel-Übergang. Auch bei dieser Simulation wurde davon ausgegangen, dass die Lichtquelle mittig bzgl. der Lichteintrittsfläche F der Optik angebracht ist.

In Figur 10 zeigt die Projektion der Lichteintrittsfläche F der erfinderischen Optik, in diesem Fall mit einem rechteckigen Querschnitt, mit einer mittig daran anschließender Halbleiterlichtquelle 60. Im allgemeinen Fall wird die Halbleiterlichtquelle 60 wie in Figur 110 gezeigt mittig auf der Lichteintrittsfläche aufgebracht. Dabei wird in gewinnbringender Weise die Dickenabmessung der Optik so gewählt, dass sie die Abmessungen der Halbleiterlichtquelle 60 möglichst wenig übersteigt. Auf diese Weise entstehen Optiken mit optimal geringem Platzbedarf, wodurch es möglich wird eine Vielzahl von Optiken innerhalb einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsquelle auf kleinstem Raum unterzubringen und so eine maximale Lichtleistung zu erzielen.

Durch Verschieben der Halbleiterlichtquelle 60 entlang der Verbindungslinie zwischen den Punkten P1 und P2 wird erreicht, dass das Licht aus der Optik asymmetrisch austritt.

Dabei ist es denkbar entweder die Halbleiterlichtquelle 60 fix an einer beliebigen Stelle entlang dieser Verbindungslinie zu positionieren, um die gewünschte asymmetrische Strahlungscharakteristik zu erzielen, oder aber die Optik verschieblich über der Halbleiterlichtquelle 60 anzuordnen, so dass die gewünschte Asymmetrie der Lichtausstrahlung durch geeignete Verschiebung der Optik gegenüber der Halbleiterlichtquelle 60 erzielt werden kann. Alternativ ist es auch denkbar, anstelle einer verschieblichen Optik an der Lichteintrittsfläche F der einzelnen Optik entlang der Verbindungslinie zwischen P1 und P2 gleich mehrere Halbleiterlichtquellen anzuordnen. So kann in vorteilhafter Weise ohne mechanische Verstellung, einfach durch gezielte elektrische Ansteuerung und Auswahl das aus der Optik austretende Licht in seiner Leuchtcharakteristik verändert werden.

Bei der Anordnung der Optiken zu der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung ist es in vorteilhafter Weise denkbar, die einzelnen Halbleiterlichtquellen 60 zu den jeweiligen, in einem Feld angeordneten Optiken individuell so anzuordnen, dass die Beleuchtungsvorrichtung eine asymmetrische Abstrahlungscharakteristik aufweist. Ergänzend oder Alternativ ist es aber auch denkbar die asymmetrische Strahlungscharakteristik durch eine Anordnung von an die gewünschte Lichtausstrahlung angepasste, individuell geformte Optiken zu erzielen, dabei ist es denkbar ein Teil der Optiken mit rechteckiger Lichteintrittsfläche F (entsprechend Figur 10) und einen anderen Teil der Optiken mit trapezförmigen Lichteintrittsflächen F (entsprechend Figur 8) auszuführen. Auch können in gewinnbringender Weise die Optiken zumindest in Teilen entsprechend der in Figur 7 aufgezeigten Ausgestaltung ausgeführt sein.

Sind wenigstens einigen der Einzeloptiken innerhalb der Beleuchtungsvorrichtung gleich mehrere Halbleiterlichtquellen zugeordnet, so kann auf einfache Weise, mittels elektronischer Steuerung ein Verschwenken des von der Vorrichtung ausgesandten Leuchtkegels oder generell eine Änderung der asymmetrischen Beleuchtungseigenschaften der Beleuchtungsvorrichtung erwirkt werden, indem jeweils eine der mehreren einer Optik zugeordneten Halbleiterlichtquellen angesteuert wird. Eine solche wechselweise Ansteuerung der an einer einzelnen Optik angebrachten Lichtquellen führt zu der selben Strahlschwenkung wie dies aus dem Stand der Technik für verschieblich angeordnete Linsenoptiken der Fall ist, ohne jedoch auf eine anfällige, wenig robuste Mechanik zurückgreifen zu müssen. Des weiteren bietet diese vorteilhafte Ausgestaltung auch die Möglichkeit, die einzelnen Optiken innerhalb einer Gruppe von Optiken ohne Aufwand individuell zu steuern, dies ist bei einer mechanisch variablen Ablenkvorrichtung wirtschaftlich sinnvoll nicht realisierbar.

Besonders gewinnbringend wird die Beleuchtungsvorrichtung so ausgestaltet, dass die Halbleiterlichtquellen unabhängig von den anderen einzeln oder in Gruppen gemeinsam angesteuert gedimmt oder aktiviert bzw. deaktiviert werden können, um gezielt und situationsangepasst die Umgebung ausleuchten zu können.

In besonders vorteilhafter Weise eignet sich die erfindersiche Beleuchtungsvorrichtung zur Verwendung als Scheinwerfer in einem Kraftfahrzeug, um die Umgebung vor dem Fahrzeug asymmetrisch auszuleuchten.

DaimlerChrysler AG

Finkele

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, welche durch ein Feld von einzelnen Optiken gebildet wird, denen jeweils wenigstens eine Halbleiterlichtquelle, insbesondere eine Lumeniszenzdiode zugeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Lichteintrittsöffnung der Optiken eine längliche, im wesentlichen rechteckige Form aufweisen,  
dass die Optik senkrecht zur Lichteintrittsfläche einen Zentralbereich aufweisen, dessen Projektion in eine zweidimensionale Ebene einem zylindrischen 2-dimensionalen Kartovals entspricht,  
und dass dieser Zentralbereich mit einem parabolischen Reflektor kombiniert wird.
2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Außenflächen A und B des Reflektors so in Richtung des Zentralbereichs der Optik gedreht werden, dass alle aus der Optik austretenden Strahlen im wesentlichen parallel sind.
3. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Außenflächen A und B des Reflektors verspiegelt oder total reflektierend ausgeführt werden.

4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- 5 dass die Seitenflächen E der Optik dergestalt geneigt werden, dass sich die Optik von der Lichtaustrittsfläche G hin zur Lichteintrittsfläche F verjüngt.

5. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4,

- 10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Seitenflächen, insbesondere durch Verspiegelung oder Krümmung, so ausgebildet werden, dass in Strahlrichtung ein großer Akzeptanzwinkel entsteht.

- 15 6. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Querschnitt der Lichteintrittsfläche der einzelnen Optiken abweichend von der rechteckigen Form eine Trapez-Form

- 20 aufweisen, dessen Seitenflächen um die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  zur Normalen der Grundfläche geneigt sind.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass wenigstens einem der einzelnen Optiken mehrere Halbleiterlichtquellen zugeordnet sind.

8. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden

- 30 Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die einzelnen Halbleiterlichtquellen individuell geschaltet werden können.



9. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Optiken und die Halbleiterlichtquellen verschieblich  
5 zueinander angeordnet sind.

10. Verfahren zur Ansteuerung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
10 dass die Halbleiterlichtquellen in Abhängigkeit der erwünschten Strahlungscharakteristik einzeln angesteuert werden können,  
wobei hierbei die Halbleiterquellen ganz oder teilweise aktiviert werden können.

15

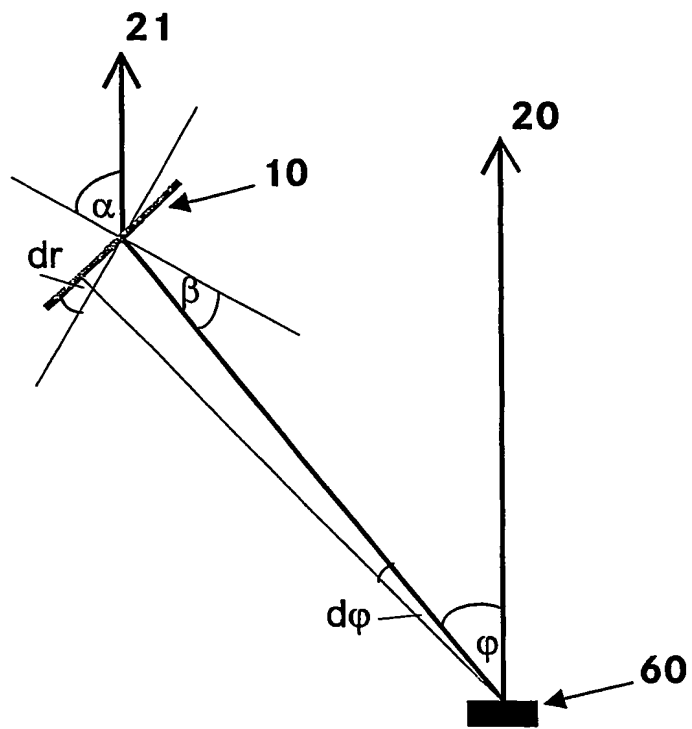
11. Verfahren nach Anspruch 10,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass für den Fall, dass mehrere Halbleiterlichtquellen einer einzelnen Optik zugeordnet sind, diese in Abhängigkeit der  
20 erwünschten Strahlungscharakteristik angesteuert werden.

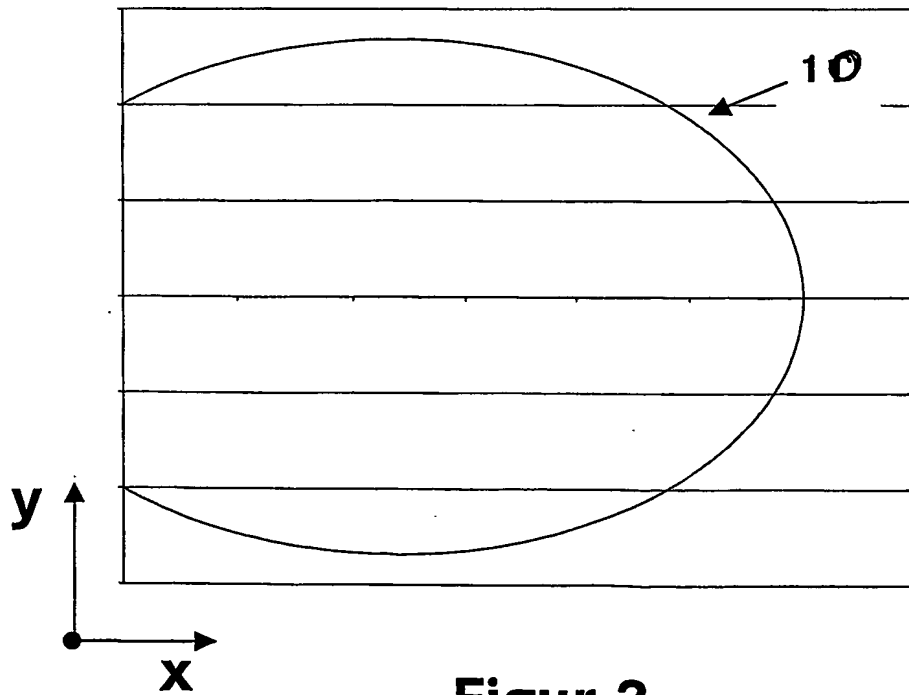
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass zur Änderung der Abstrahlungscharakteristik der Beleuchtungsvorrichtung die Linsen und die Halbleiterlichtquellen  
25 gegeneinander verschoben werden.

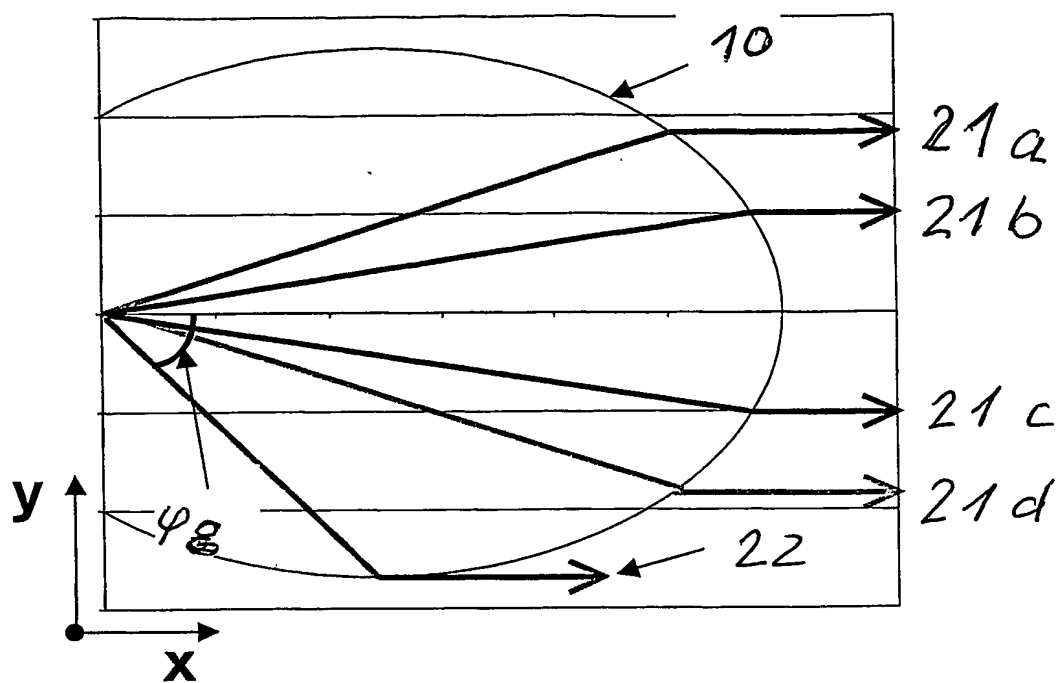
13. Verwendung der Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Kraftfahrzeugscheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung der Umgebung vor einem Kraftfahrzeug.  
30



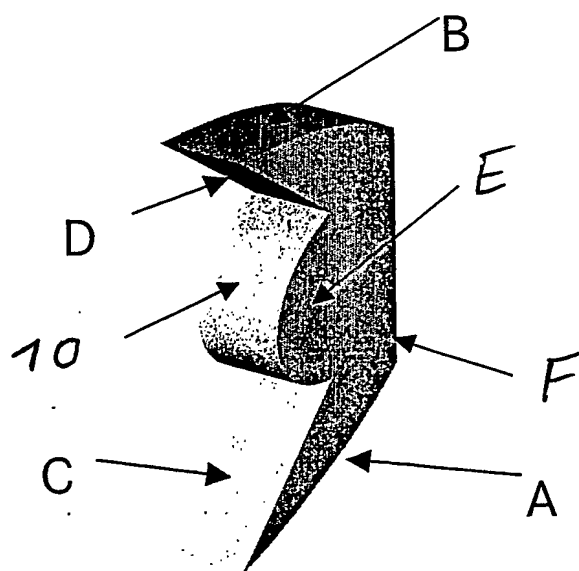
Figur 1



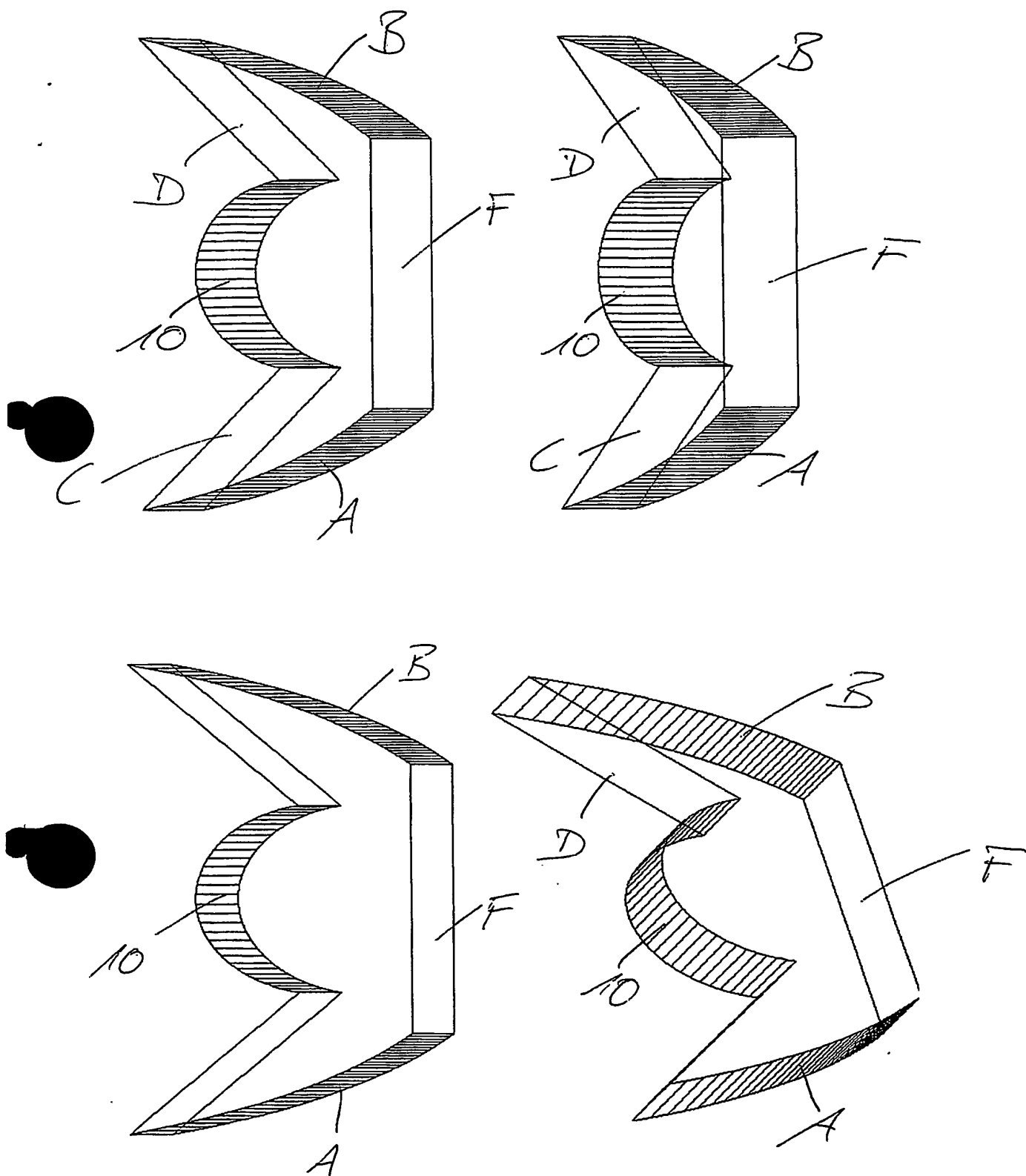
Figur 2



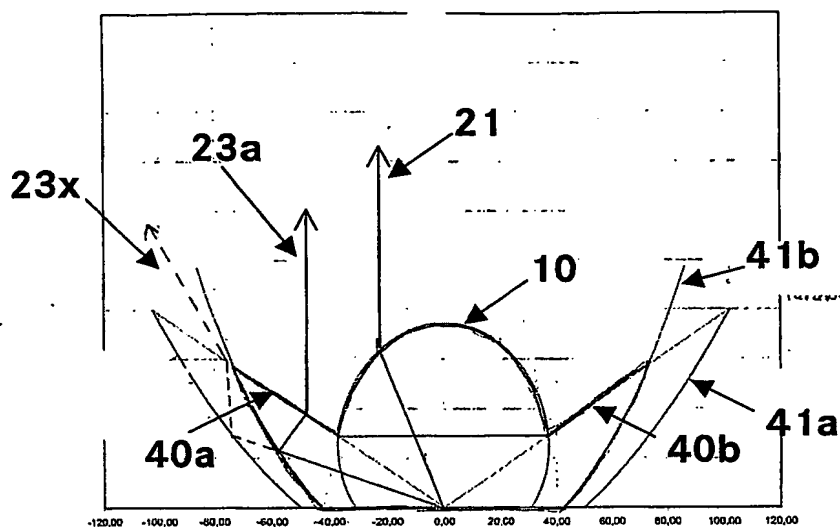
Figur 3



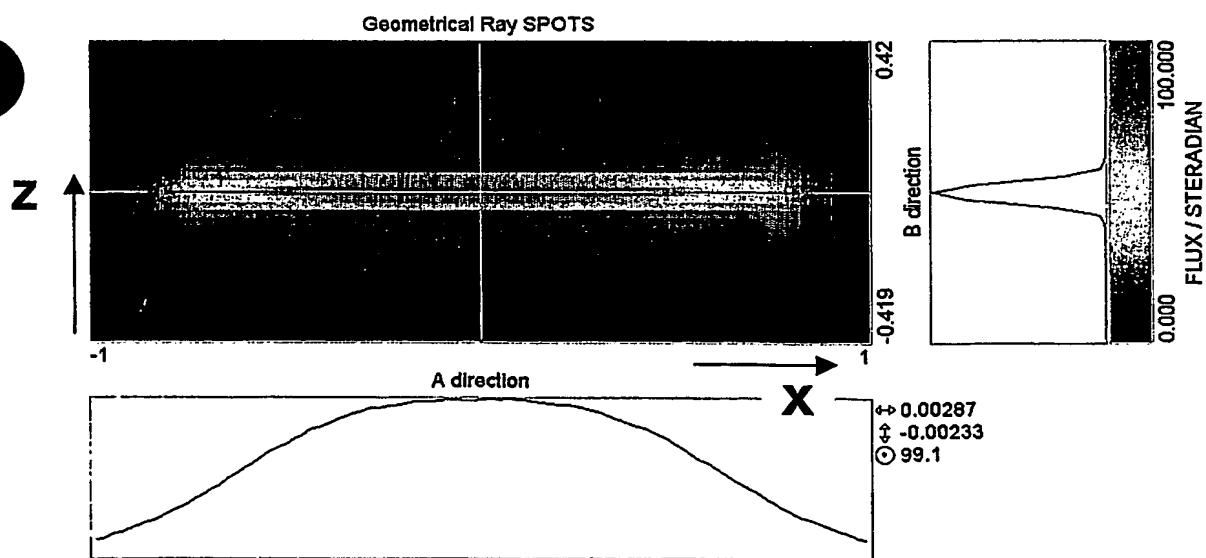
Figur 4



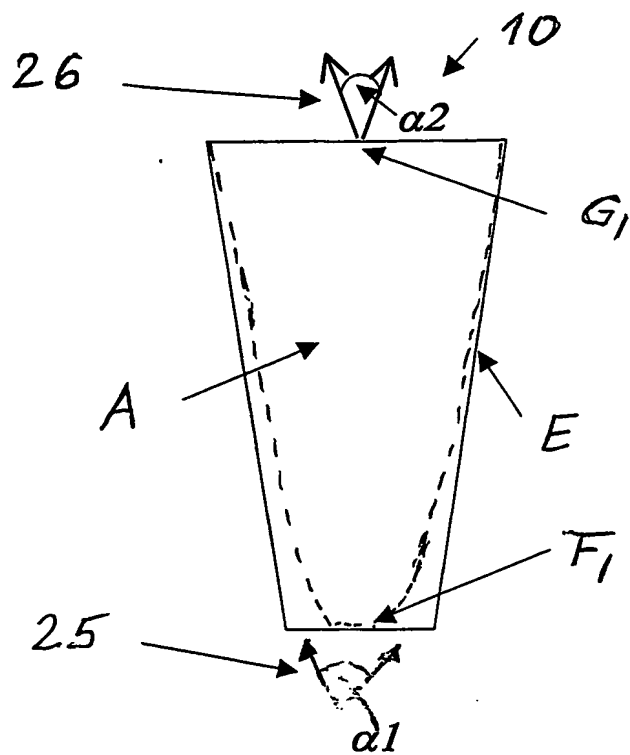
**Figur 4a**



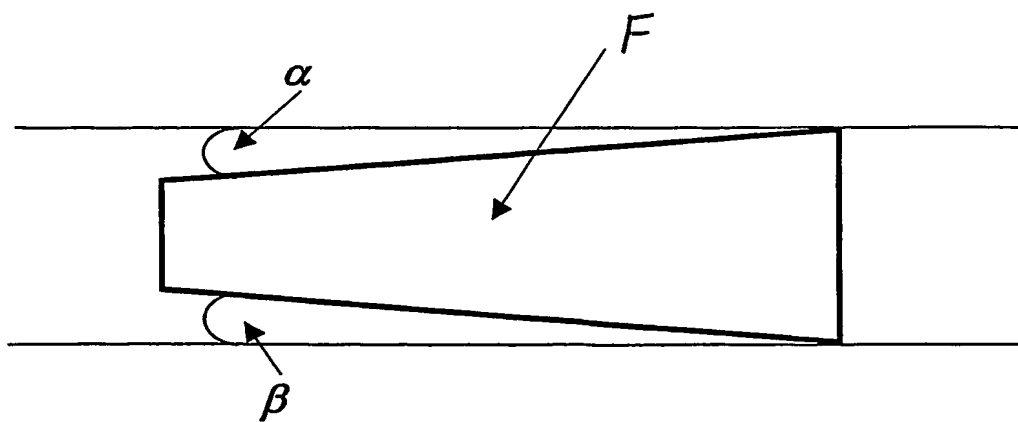
Figur 5



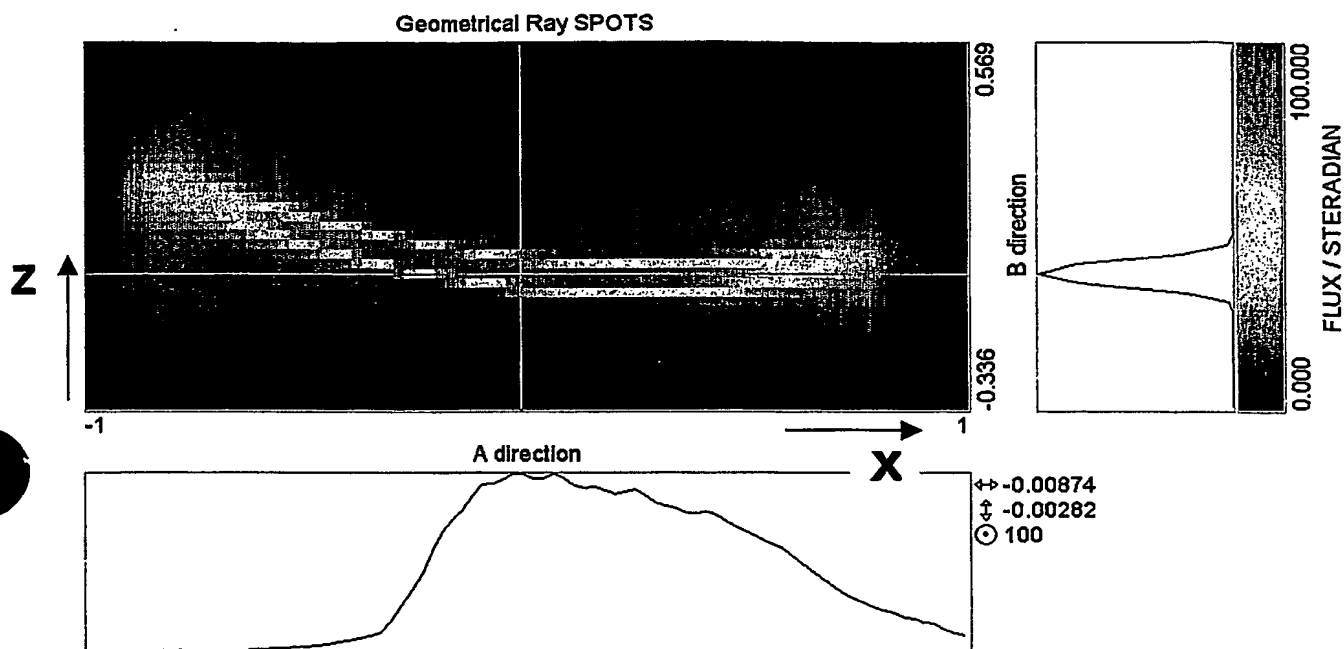
Figur 6



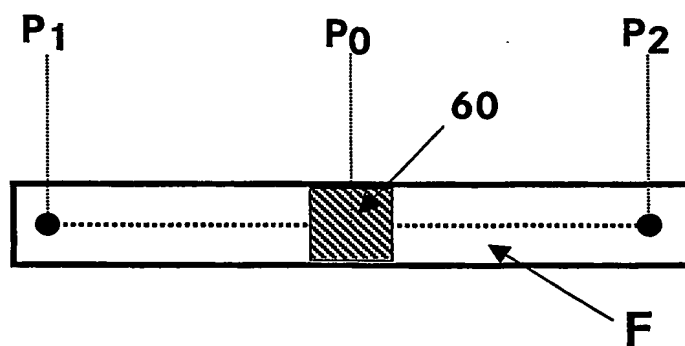
Figur 7



Figur 8



**Figur 9**



**Figur 10**

BEST AVAILABLE COPY

DaimlerChrysler AG

Finkele

ZusammenfassungLED-Scheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung

Ein Fahrzeugscheinwerfer ist dahingehend zu gestalten, dass  
5 er das von ihm ausgesandte Licht so formt, dass als Ergebnis  
der Überlagerung des austretenden Lichts eine für Fahrzeug-  
scheinwerfer vorgeschriebene Lichtverteilung entsteht; insbe-  
sondere ist die Ausbildung einer deutlichen Hell-Dunkelgrenze  
und eine asymmetrische Charakteristik der Ausleuchtung zur  
10 Vermeidung der Blendung des Gegenverkehrs notwendig.  
Die Erfindung beschreibt einen neuartige Scheinwerfer, wel-  
cher über eine asymmetrische Beleuchtungscharakteristik ver-  
fügt, zugleich eine deutliche Hell-Dunkelgrenze aufweist und  
dabei möglichst die gesamte von der Halbleiterlichtquelle ab-  
15 gegebene Strahlungsleistung ausnutzt. Hierzu wird der Schein-  
werfer aus einem Feld von einzelnen Halbleiterlichtquellen,  
welche mit neuartig gestalteten Optiken versehen sind. Die  
Optiken werden hierzu möglichst flach ausgeführt werden, so  
dass die Lichteintrittsöffnung der Optik eine längliche, im  
20 wesentlichen rechteckige Form aufweist. Desweiteren weisen  
die Optiken senkrecht zur Lichteintrittsfläche einen Zentral-  
bereich auf, dessen Projektion in eine zweidimensionale Ebene  
einem zylindrischen 2-dimensionalen Kartovals entspricht. Um  
das von der Halbleiterlichtquelle ausgehende Licht noch bes-  
25 ser zu nutzen, wird im Rahmen der Erfindung die in Form eines  
Kartovals geformte Lichtaustrittsfläche der Optik, mit einem  
parabolischen Reflektor kombiniert.